

Tematiche di Ricerca

L'attività di ricerca del prof. Fortino è attualmente focalizzata su algoritmi, metodologie e strumenti per Internet of Things, Wearable Computing Systems, Edge AI, Cyber e IoT Security, Radiomics, Federated Learning, Blockchain, Intelligent Vehicles.

Internet of Things

La visione di Internet of Things (IoT) si riferisce a uno scenario in cui gli oggetti del mondo reale quotidiano partecipano a Internet fornendo nuovi servizi cyber-fisici sia agli esseri umani che alle macchine, con conseguenti benefici per individui e aziende. In tale scenario emergente, gli Smart Objects (SO), ovvero oggetti fisici della vita quotidiana potenziati con capacità di rilevamento/attuazione, elaborazione, archiviazione e networking, sono elementi fondamentali per sviluppare applicazioni e servizi IoT intelligenti su più piattaforme IoT. I principali argomenti di ricerca includono la definizione di metodologie e strumenti per l'analisi, la progettazione e l'implementazione di ecosistemi IoT densi e altamente dinamici.

Edge Intelligence- Edge AI

Il paradigma Edge Intelligence (EI) è emerso di recente come una soluzione promettente per superare le limitazioni intrinseche del cloud computing (latenza, autonomia, costi, traffico dati, ecc.) nello sviluppo e nella fornitura di servizi Internet of Things (IoT) di prossima generazione. Questo approccio informatico veramente distribuito e pervasivo porta tecnologie di intelligenza artificiale (AI) e apprendimento automatico (ML) su dispositivi edge, come smartphone, schede IoT, telecamere, per consentire un processo decisionale in tempo reale, migliorando scalabilità, privacy e affidabilità e, in definitiva, portando a un'analisi dei dati più efficiente ed efficace. I principali argomenti di ricerca affrontati nel campo dell'EI riguardano metodologie, architetture, modelli e simulatori che supportano lo sviluppo di sistemi EI innovativi che si estendono attraverso il continuum dispositivo-edge-cloud, ricorrendo sia ad approcci innovativi che a quelli consolidati, appositamente personalizzati per il dominio EI.

Radiomica

La radiomica è un campo scientifico vecchio di quasi un decennio, che utilizza l'analisi quantitativa di immagini mediche (come TC, RM e/o scansioni PET) per estrarre caratteristiche, chiamate anche biomarcatori di immagini, che sono in grado di riflettere un risultato clinico. Sviluppare applicazioni di radiomica concrete ed efficaci è, tuttavia, un compito piuttosto complesso. Infatti, la necessità di gestire un'ampia gamma di fonti di dati eterogenee, caratterizzate da diversi tipi di dimensionalità e caratteristiche, la variabilità degli operatori e la complessità del processo di analisi che coinvolge varie attività di radiomica (ad esempio segmentazione, estrazione di caratteristiche), pongono diverse sfide. Siamo interessati a sviluppare un modello di apprendimento automatico/deep learning nuovo e più accurato per le diverse attività di radiomica e, in particolare, a sviluppare metodi che possano essere utilizzati in applicazioni cliniche in

molti modi diversi, che vanno dalla prognosi, diagnosi, previsione e/o analisi della risposta a una determinata terapia.

Apprendimento federato e relative applicazioni

Federated Learning è un nuovo paradigma di apprendimento collaborativo e distribuito, che consente di addestrare modelli di apprendimento automatico/deep su dispositivi remoti o data center isolati, come telefoni cellulari o ospedali, mantenendo i dati localizzati. Diversamente dall'approccio di apprendimento distribuito, l'apprendimento federato fornisce una soluzione di tutela della privacy per progettazione, poiché i partecipanti alla federazione condividono solo parametri/modelli senza condividere dati. Nonostante l'elevato potenziale di questo approccio, come in qualsiasi tecnologia emergente, entrano in gioco diverse sfide. Siamo interessati non solo a sviluppare soluzioni che superino quelle esistenti, ma anche che affrontino alcune sfide specifiche come la gestione di dati Non-IID, il miglioramento del livello di sostenibilità e la conformità con le questioni "green".

Metodi e tecnologia Blockchain

Blockchain è una tecnologia che fornisce all'utente caratteristiche desiderabili di decentralizzazione, autonomia, integrità, immutabilità, verifica, tolleranza agli errori, anonimato, verificabilità e trasparenza. Negli ultimi anni, si è assistito a un'esplosione di iniziative volte a incorporare la tecnologia blockchain in diverse applicazioni moderne (in sanità, supply chain, finanza ecc.), e per ogni settore sopra menzionato emergono una serie di vantaggi, nonché limiti e sfide dell'uso delle tecnologie blockchain. Siamo interessati allo sviluppo di nuovi meccanismi e procedure di "accountability" basati su DLT (Distributed Ledger Technology), blockchain e contratti intelligenti (Smart Contract). In particolare, ci siamo concentrati sulla tracciabilità dei beni materiali tramite l'uso di Smart Tag e sulla definizione di meccanismi per il riconoscimento dell'identità digitale degli oggetti fisici per l'anti-contraffazione.

Protezione software e sicurezza IoT

Nell'attuale era digitale, la protezione software è diventata una necessità critica. Man mano che gli attacchi informatici diventano più avanzati e diffusi, è essenziale considerare l'offuscamento e altre tecniche per salvaguardare il software. Non solo è una priorità per gli sviluppatori software legittimi proteggere la propria proprietà intellettuale, ma è anche importante per i creatori di malware che si sforzano di sviluppare nuovi virus in grado di eludere il rilevamento antivirus. Gli aggressori con intenzioni malevole mirano anche a rubare informazioni sensibili, compromettere l'integrità del codice o inserire backdoor nei sistemi presi di mira. L'analisi binaria è un argomento di ricerca essenziale che svolge un ruolo cruciale nella protezione software e nella sicurezza IoT. Analizzando il codice binario per comprenderne funzionalità e comportamento, l'analisi binaria ci consente di rilevare ed eliminare le vulnerabilità nel software e nell'hardware, che possono essere sfruttate dagli aggressori. Inoltre, può anche aiutare a identificare il codice dannoso e proteggere i sistemi dagli attacchi malware.

Ambienti cognitivi sostenibili

Gli ambienti cognitivi sostenibili (Sustainable and Cognitive Environments - SCE) rappresentano un'area di ricerca in rapida crescita che mira a sviluppare sistemi intelligenti che siano efficienti dal punto di vista energetico, rispettosi dell'ambiente e in grado di adattarsi alle esigenze degli utenti in continua evoluzione. Integrando Internet of Things, intelligenza artificiale ed edge computing, gli SCE possono rivoluzionare il modo in cui interagiamo con l'ambiente circostante e aiutarci a muoverci verso un futuro più sostenibile. In particolare, l'intelligenza artificiale può consentire a questi ambienti di apprendere dai dati, identificare modelli e prendere decisioni senza un intervento umano esplicito. Sfruttando algoritmi avanzati di apprendimento automatico, gli SCE possono analizzare grandi volumi di dati da varie fonti, come dispositivi IoT o input degli utenti, per ottimizzare l'uso dell'energia, ridurre gli sprechi e migliorare la sostenibilità complessiva. Inoltre, gli SCE possono anche sfruttare l'edge computing poiché mirano a elaborare i dati più vicino alla fonte, riducendo la necessità di una comunicazione costante con i data center centralizzati. Eseguendo calcoli ai margini della rete, gli SCE possono ridurre significativamente il consumo di energia, la latenza e i requisiti di larghezza di banda, portando a sistemi più efficienti e reattivi. In conclusione, nei prossimi anni, possiamo aspettarci di vedere l'adozione diffusa di SCE che spianerà la strada verso un futuro più verde e sostenibile per tutti.

Sistemi informatici indossabili

Grazie alla nuova ondata di gadget indossabili che sta colpendo il mercato di massa, i sistemi informatici indossabili (Wearable Computing Systems - WCS) stanno emergendo come una nuova piattaforma informatica con capacità complete per supportare domini applicativi diversificati. I dispositivi indossabili, che includono sia dispositivi che sensori corporei, sono oggetti cyber-fisici in rete con potenza sufficiente per supportare il calcolo locale di informazioni basate sui sensori. Per rendere i dispositivi indossabili connessi e svolgere un ruolo più significativo, è essenziale lo sviluppo di reti di sensori corporei (BSN). Una BSN è una rete di nodi di sensori indossabili wireless gestiti da coordinatori più capaci (smartphone, tablet, PC). Sebbene gli elementi di base (sensori, protocolli di comunicazione e stack software) di una BSN siano disponibili, lo sviluppo di sistemi/applicazioni BSN rimane un compito complesso che richiede metodi di progettazione basati su approcci di programmazione efficaci ed efficienti e tecniche di elaborazione dei dati. I BSN coinvolgono sensori fisiologici indossabili wireless applicati al corpo umano per scopi medici, di benessere e di intrattenimento. Consentono una misurazione continua e discreta dei movimenti del corpo e dei segnali fisiologici, come frequenza cardiaca, tensione muscolare, conduttività cutanea, frequenza respiratoria e volume, durante la vita quotidiana di un utente. Lo SPEME Lab ha una solida competenza e una lunga storia di interesse in questo dominio, con risultati significativi ottenuti sotto l'ombrello del SPINE Body-of-Knowledge (<https://spine-bok.dimes.unical.it>) nel contesto dei metodi di progettazione BSN/WCS, architetture, strumenti di prototipazione software, algoritmi di elaborazione e analisi basata sull'apprendimento automatico dei segnali fisiologici.

Sistemi intelligenti basati su agenti

Gli agenti intelligenti (IA) sono entità autonome che osservano, analizzano e rispondono in modo appropriato a un ambiente per raggiungere il loro obiettivo prefissato. Agiscono per massimizzare il valore atteso di una misura di prestazione basata su esperienze e conoscenze passate. In generale, nell'intelligenza artificiale, gli agenti intelligenti sono comunemente utilizzati per risolvere compiti complessi che sono difficili o impossibili da eseguire per gli esseri umani.

Puntiamo ad applicare questi concetti in particolare ai sistemi di trasporto intelligenti. Negli ultimi anni, i progressi nelle tecnologie di rete, comunicazione e informatica dei veicoli hanno facilitato l'implementazione pratica dei veicoli autonomi (AV). L'Internet dei veicoli (IoV) si sta diffondendo su tutte le strade ad alta tecnologia e diventerà presto il paradigma tecnologico della guida assistita e autonoma.

Abbiamo proposto una nuova strategia di routing, basata sul Deep Reinforcement Learning, per migliorare il flusso del traffico e ridurre la congestione nel contesto delle città intelligenti. L'idea è di prendere decisioni sul percorso in tempo reale, tenendo conto della situazione effettiva del traffico sull'intera rete stradale. Queste azioni di routing di alto livello vengono poi tradotte in punti di riferimento per i controllori dell'orizzonte recessivo teorico degli insiemi, che sono incaricati di calcolare l'azione di controllo più adeguata per ciascun veicolo coinvolto.